

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number :

11-025424

(43)Date of publication of application :

29.01.1999

(51)Int.Cl.

G11B 5/31

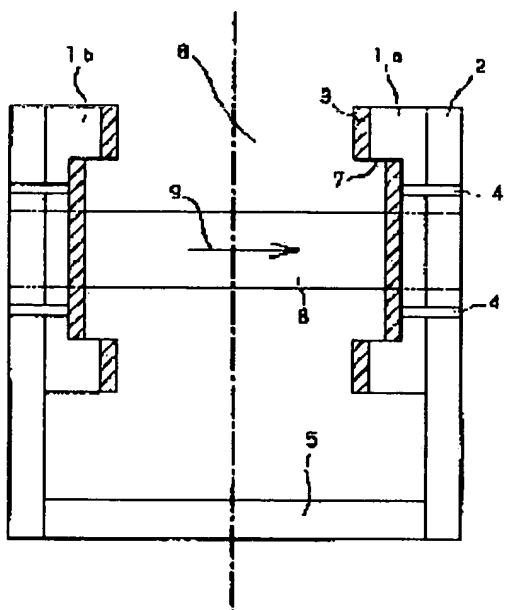
(21)Application number : 09-175537

(71)Applicant : SHIN ETSU CHEM CO LTD  
FUYUUTEC FURNESS:KK

(22)Date of filing : 01.07.1997

(72)Inventor : OHASHI TAKESHI  
YAMAGA NORIO

## (54) MAGNETIC FIELD APPLYING DEVICE



### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide the magnetic field applying device which applies the magnetic field distribution having a desired strength and parallelism during a plating and film making process in order to realize the magnetic head having low noise and a good response.

SOLUTION: The device is used in the magnetic pole plating film forming process of a magnetic head. Relating to the device, rare-earth magnets 1a and 1b are placed opposite to each other sandwiching a plating bath. A connecting iron 5 combines the magnets. The thickness of the central sections of the magnets 1a and 1b is thinner than that of the outer peripheral sections.

Moreover, plural adjusting holes 4 are provided on the surfaces of the magnets and the magnetic distribution in the gap is adjusted by inserting magnets or magnetic materials into the holes 4.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-25424

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月29日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 1 1 B 5/31

識別記号

F I

G 1 1 B 5/31

M

C

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平9-175537

(22) 出願日 平成9年(1997) 7月1日

(71) 出願人 000002060

信越化学工業株式会社

東京都千代田区大手町二丁目6番1号

(71) 出願人 591228890

株式会社フューテックファース

神奈川県横浜市金沢区福浦2-7-33

(72) 発明者 大橋 健

福井県武生市北府2丁目1番5号 信越化学工業株式会社磁性材料研究所内

(72) 発明者 山鹿 功雄

神奈川県横浜市金沢区福浦2-7-33 株式会社フューテックファース内

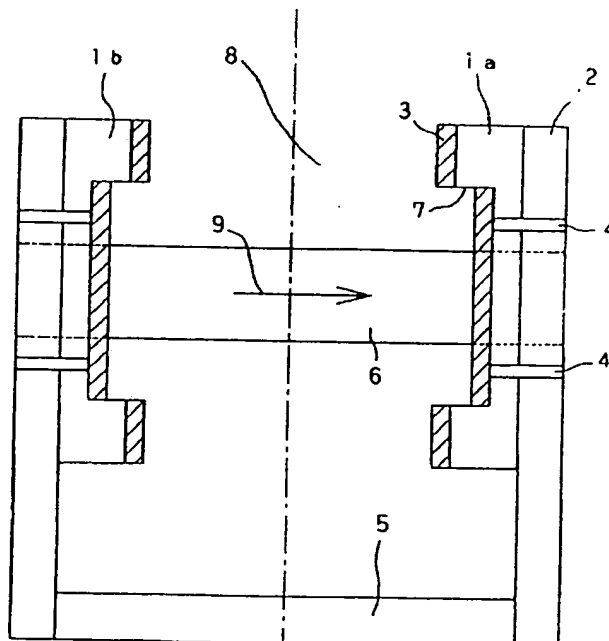
(74) 代理人 弁理士 山本 亮一 (外1名)

(54) 【発明の名称】 磁場印加装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 ノイズが低く応答性の良い磁気ヘッドを実現するため、メッキ成膜時に望ましい強度及び平行度である磁場分布を印加できる磁場印加装置を実現する。

【解決手段】 磁気ヘッドの磁極メッキ成膜工程で使用される磁場印加装置において、メッキ槽を挟んで希土類磁石1a、1bを対向させ、該磁石間を磁鉄5で結合してなり、該磁石の中心部厚みが外周部厚みに比較して薄く、かつ該磁石面に複数の調整穴4を有し、これに磁石または磁性材を挿入することにより、空隙の磁場分布を調整する磁場印加装置。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 磁気ヘッドの磁極メッキ成膜工程で使用される磁場印加装置において、該装置はメッキ槽を挟んで希土類磁石を対向させ、該磁石間を継鉄で結合してなり、該磁石は中心部厚みが外周部厚みに比較して薄く、複数の調整穴を有し、これに磁石または磁性材を挿入することにより、空隙の磁場分布を調整することを特徴とする磁場印加装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の磁場印加装置において、磁石厚みを階段状に変化させる段が 2 ～ 5 段設けられ、かつ磁石表面に厚さ 0.1 ～ 10mm の軟磁性薄板が設置され、空隙中心空間の直径 100mm の空間内における磁束間角度の分布が 5° 以内になるように調整され、磁場強度が 300 ～ 1000 G である磁場印加装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁場印加装置に関するものであり、ハードディスクドライブの信号読み取り・書き込みに使用する磁気ヘッドの薄膜ヘッドの薄膜成膜工程に用いて最適である。

## 【0002】

【従来の技術】ハードディスクドライブ（以下、HDD と呼ぶ）の記録メディアに書き込まれた磁気信号を読み取るために、種々の磁気ヘッドが使用されている。誘導ヘッドは信号の書き込み・読み出しの両方を行うことができるので、一般的に用いられている。誘導ヘッドには、フェライトヘッド、MIG ヘッド（Metal in Gap Head：フェライトヘッドのギャップ部にメタル薄膜を積層した複合ヘッド）、薄膜ヘッドがある。現在 HDD に一般的に使用されているのは、MIG ヘッドと薄膜ヘッドである。一方、信号の読み取り専用ヘッドとして MR ヘッド（Magnet Resistive Head）が用いられ始めている。MR ヘッドは周速に関係なく信号を読み出せるため、HDD の高記録密度・小口径化に適しており、最近使用される例が急速に増えている。また、GMR ヘッド（Giant Magnetoresistive Head）も次世代ヘッドとして開発が盛んに進められている。MR ヘッドは読み取り専用であるため、書き込み用のインダクティブ薄膜磁気ヘッドと複合化して用いられる。薄膜/MR 複合ヘッドの素子構造の一例の断面概略図を図 2 に示す。薄膜ヘッドと MR ヘッドの双方に、磁極材としてパーマロイ（Fe-Ni 合金）が用いられることが多い。MR ヘッドのパーマロイ磁極はミクロンオーダーの厚みを必要とするため、成膜速度に優れたメッキ法が用いられる。本発明は特にメッキ法により作製される薄膜ヘッド磁極の成膜に関わるものである。薄膜/MR 複合ヘッドの概略構成は図 2 に示した通りであるが、薄膜ヘッドの磁極部を図 3（a）に示す。特に磁極ヘッド部のパーマロイの配向が重要である。磁極ヘッド部のパーマロイは図 3（b）のような磁区構造を有しているものが望ましい。なぜなら図 4（a）のように、ヘッド磁

極の長手方向に磁化容易軸を有する磁区構造の場合、記録媒体からの漏れ磁場により、磁壁が移動して磁化反転が生じるからである。磁壁は局所的に磁壁エネルギーの低いピン止め場所にトラップされながら、不連続的に移動する。これはバルクハウゼンノイズを引き起こす。また、磁化反転のための磁壁の移動距離が長い場合、書き込み信号に対する磁場応答が遅くなってしまいう問題がある。一方、図 4（b）のように磁極部の幅方向に磁化容易軸を有する場合、記録媒体からの漏れ磁場により磁化の一斉回転が起きて、磁化反転が行われる。磁化の一斉回転は連続的かつ滑らかで、反転速度も速いため、磁壁移動の時のような問題（バルクハウゼンノイズ、信号応答の遅れ等）は生じない。特に、今後は更にデータ転送速度の向上が求められているため、信号の搬送周波数は更に向上し、磁場応答の更なる向上が求められる。したがって、パーマロイ膜を成膜・加工した後で図 4（b）のような磁場配向が得られるように、膜質を向上させなければならない。

【0003】図 4（b）のような磁場配向を得るために、パーマロイのメッキ成膜時に磁場を印加することが一般的に行われている。これにより、磁場方向に磁化容易軸が向く事（誘導磁気異方性）が知られている。しかし、ヘッド基板面全体に平行かつ強度の均一な磁場を印加することは容易ではない。印加磁束の平行度が乱れた場合、パーマロイ膜の磁化容易軸も乱れるため、一斉磁化反転に磁壁移動が混じることになる。また、印加する磁場強度分布もパーマロイの膜厚や配向度に影響する。磁場強度は強く均一であれば、膜質が向上するので望ましい。しかし、磁場強度が 300 G 以上では、磁場強度の不均一が配向度に及ぼす影響は低下して行き、また磁場強度を無制限に強くすることはできないので、300 G 以上の適度な磁場領域で、磁場強度と磁束平行度を均一にする事が望まれている。本発明者らは、望ましい磁場分布（強度及び平行度）を実現するための、永久磁石型磁場印加装置を提案するものである。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】このようにバルクハウゼンノイズの少なく、応答性の良い薄膜ヘッドを実現するため、NiFe メッキ成膜時に望ましい磁場分布を印加できる磁場印加装置が期待されていた。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明者らはこの点に鑑み、鋭意検討した結果、影響要因を把握して、望ましい磁場分布を実現するため、印加磁場と成膜された NiFe 磁性膜との関係を調べ、磁区生成に対する影響要因を抽出し、本発明を完成した。すなわち本発明は、磁気ヘッドの磁極メッキ成膜工程で使用される磁場印加装置において、該装置はメッキ槽を挟んで希土類磁石を対向させ、該磁石間を継鉄で結合してなり、該磁石は中心部厚みが外周部厚みに比較して薄く、複数の調整穴を有し、こ

れに磁石または磁性材を挿入することにより、空隙の磁場分布を調整することを特徴とするものである。以下に、これをさらに詳述する。

#### 【0006】

【発明の実施の形態】NiFe合金では磁場誘起の誘導磁気異方性が生じる事が知られており、方向性規則配列機構(Directional Order Mechanism)と呼ばれている。メッキによるNiFe磁性膜の成膜工程で、同じメカニズムにより一軸異方性が生じているかどうかは必ずしも明らかではないが、印加磁場の良否がパーマロイ膜膜質向上に効果のあることは確認されている。磁場印加により安定的に一定の誘導磁気異方性が得られれば、バルクハウゼンノイズの低減につながる。

【0007】磁場中メッキ成膜工程において、磁場強度と誘導磁気異方性の程度は比例するが、100G以上から比例関係が崩れ始め、1000G程度で飽和する。したがって、磁場強度は300G~1000Gでよく、より望ましいは300G~800Gである。磁場強度がこの範囲内にあれば、磁場勾配が一軸異方性の分布に及ぼす影響は小さくなるが、できるだけ低い磁場強度で均一な磁場強度を実現すれば、少ない磁石量で大きな効果を得ることができる。一方、磁束の角度分布は一軸異方性の分布に大きく影響するので、メッキ槽中に挿入される基板の範囲内で、できるだけ角度分布が小さい方が望ましい。そこで、磁束の角度としては基板面内で空隙中心面空間の直径100mmの空間内における磁束間角度の分布が5°以内であることが望ましい。それ以上になると方向性規則配列が徐々に乱れ始め、一軸異方性の程度が低下し、かつバラ付いていくためである。本発明は、以上の知見に基づき、NiFe成膜時の印加磁場角度分布が小さくなる磁場印加装置を提案するものである。

【0008】以下、本発明の実施の形態を図に沿って説明する。本発明の磁場印加装置の一例を図1に示す。図は空隙8に挿入されるメッキ槽(図示せず)を挟んで、希土類永久磁石1a、1bを対向させ、該対向磁石間を継鉄5で結合してなる磁石対向型磁気回路である。基本となる該磁気回路自体は既に知られており、本発明は該磁気回路の改良に関するものである。本発明の永久磁石型磁場印加装置の特徴は、空隙8中の磁束9の角度分布を平行にするため、磁石1a、1b形状を単純な平板磁石ではなく、相対的に中央部の磁石厚を薄く、端部に行くにつれ磁石厚を厚くすることにある。該磁石厚分布を持たせることにより、磁石端部近傍の磁力線が外側に膨らむのを抑止することができ、磁束の角度分布を改善することができる。ここで、空隙中心面空間の直径100mmの空間内における磁束間角度の分布が5°以内に調整されることが望ましい。磁石1a、1bの厚みは、連続的に変化させるのが最も望ましい。しかし、製作する上では個々の磁石を製造するのが難しくなるので、階段状(例えば図1の段差7)に厚みを変化させるのが実際の

である。段は最低で図1のような2段でよいが、それ以上あればより広い範囲で平行磁場を実現しやすい。一方、製造上の容易さを考慮すると5段以内である事が望ましい。本発明では、対向磁石1a、1b間を結ぶ継鉄5に加えて、磁石間の吸引力によりバックヨーク2が倒れないように、非磁性の支え6が設けられている。

【0009】この磁石形状の改善に加えて、磁石中心に対して円周上に当る位置に複数の調整穴4を設けた。この直径は2~10mmが望ましい。該調整穴4に永久磁石または強磁性材(図示せず)を挿入することにより、磁束角度分布を更に平行になるように改善することができる。調整穴4は片面で四個以上あればよい。メッキ槽に挿入する基板ウェハは円盤状であるため、偶数個の穴で20個以下、望ましくは10個以下で実用的には十分である。調整穴4は、必ずしも円周状に設ける必要はなく、また、必ずしも貫通している必要もない。磁石中心位置に調整穴を設けることも有効である。

【0010】また、メッキ工程におけるメッキ槽のウェハ一面上で、できるだけ滑らかな磁場分布が望ましい。そのため磁石1a、1b上に整磁作用を持つ整磁板3を貼付することにより、これを実現できる。整磁板としては軟磁性材であればよく、鉄、フェライト、珪素鋼板、パーマロイや複合軟磁性材などが挙げられる。整磁板の厚みは材質により異なるので一概に言えないが、0.1mm未満では磁気飽和のため効果がなく、10mmを超えると磁気効率が低下するため、0.1~10mmの範囲とするのが望ましい。メッキ槽の幅が大きい(例えば500mm以上)ときは、磁石表面に磁極材を貼付しなくても、滑らかな磁場分布が得られる。

【0011】永久磁石としてはどのようなものでも使用は可能であるが、対向磁石間の空隙が大きいので、希土類磁石を使用することが望ましい。希土類磁石はSmCo系焼結磁石やNdFeB系焼結磁石が適当である。湿式メッキ工程で使用するため、耐食性を考慮して希土類磁石に耐食性皮膜をコーティングすることが望ましい。

【0012】本発明の磁場印加装置により、磁束平行度が5°以内で磁場強度が300G以上を実現することができるように、これを薄膜ヘッド製造のメッキ工程に適用することにより、バルクハウゼンノイズが低く応答性のよい薄膜ヘッドを製作することが可能となった。

#### 【0013】

【実施例】次に、本発明について実施例を挙げて説明する。

#### 実施例

図1に示すようにNdFeB焼結磁石(信越化学工業社製、品名A-42)1a、1bをメッキ槽を挿入するための距離300mmの空隙8を介して対向させた。これらの磁石は予めメッキを施して耐食性皮膜とした。磁石の形状は300mm×300mm角で、中央部の厚みは15mmで周囲の厚みは25mmの2段構造とした。磁石の表面に整磁板3として、

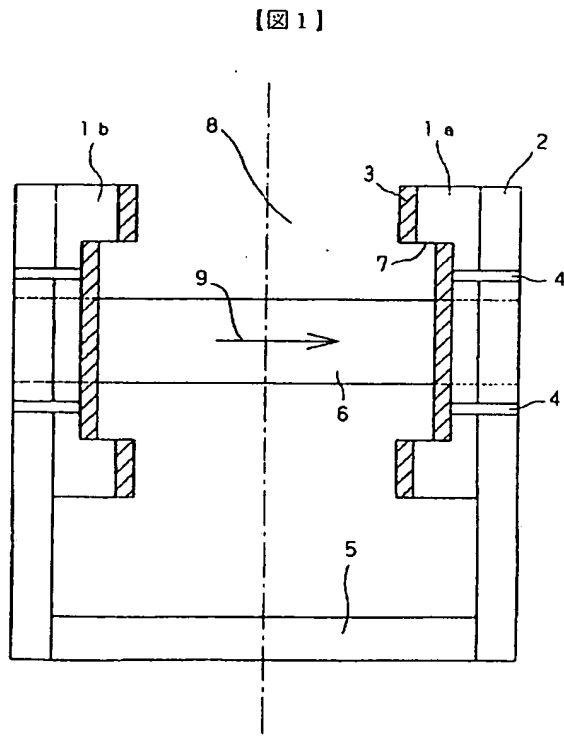
5mm厚の鉄板 (S400) を貼付した。該磁石 1 a、1 b 間は継鉄 5 で結んで磁気回路を形成し、磁石中心から 80mm の円周上に設けた 8 個の調整穴 4 に鉄ボルト (M5) を挿入し、バックヨーク 2 が倒れないように SUS の支え 6 を設けて永久磁石型磁場印加装置を製作した。この磁場印加装置については、磁石間の空隙中央部で、100 mm の空間内の磁場分布を測定したところ磁場強度は平均 520 G で、基板面内 (直径 100mm) では 30 G に収まっており、またこの空間内での磁束間角度は  $4.4^\circ$  以内であり、薄膜ヘッドのメッキ成膜工程の磁場印加に用いて最適であることが確認された。

#### 【0014】

【発明の効果】本発明の磁場印加装置によれば、薄膜ヘッドの磁性膜をメッキで成膜する工程において、磁束平行度が  $5^\circ$  以内で磁場強度が 300 G 以上を実現することができるように、この磁場の効果により、良好な特性を有する薄膜ヘッドを製作することが可能となった。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の磁場印加装置の一実施例の断面模式図



である。

【図 2】インダクティブ薄膜磁気ヘッドと MRヘッドとの複合ヘッドの断面を示す模式図である。

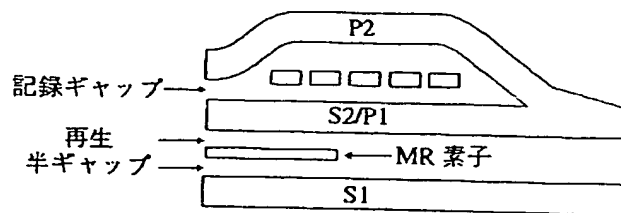
【図 3】(a) は薄膜ヘッドのパーマロイ磁極の断面模式図、(b) は (a) の先端部の磁区パターンの模式図である。

【図 4】(a) は磁極先端部の磁気壁移動による磁化反転の模式図、(b) は磁極先端部の一斉回転による磁化反転の模式図である。

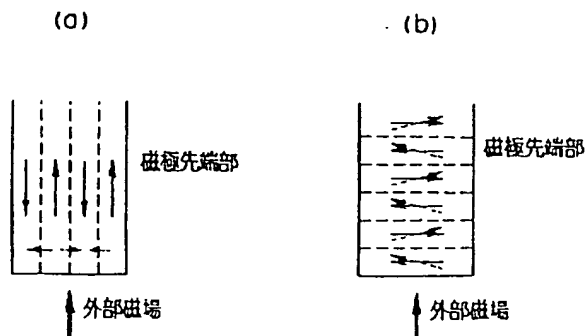
#### 【符号の説明】

1 a、1 b	希土類永久磁石	2	バックヨーク
3	調整板	4	調整穴
5	継鉄	6	支え
7	段差	8	空隙
9	磁束		

【図 2】



【図 4】

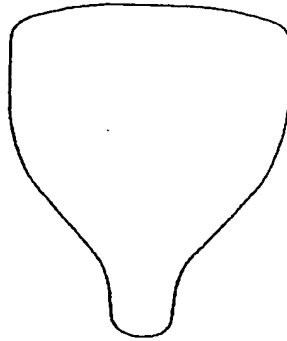


(5)

特開平 1 1 - 2 5 4 2 4

【図 3】

(a)



(b)

